

Ontologies et représentations symboliques des images

Marine Campedel

www.tsi.enst.fr/~campedel

2006-2007









Plan du cours

- **Représentation des connaissances : généralités**
- **Ontologie : de l'Ontologie aux ontologies**
- **Ontologie(s) des images ?**





Plan du cours

- **Représentation des connaissances : généralités**
- **Ontologie : de l'Ontologie aux ontologies**
- **Ontologie(s) des images ?**





Ingénierie des connaissances

- Wikipédia :
  - ensemble d'outils et de technologies destinés d'une part à représenter et d'autre part à organiser le savoir humain, pour l'utiliser et le partager.
- Modes de représentations variés : mots, phrases, schémas, dessins, plans, ...
- Pour communiquer (notamment avec les machines), exprimer un concept, nous choisissons une représentation symbolique

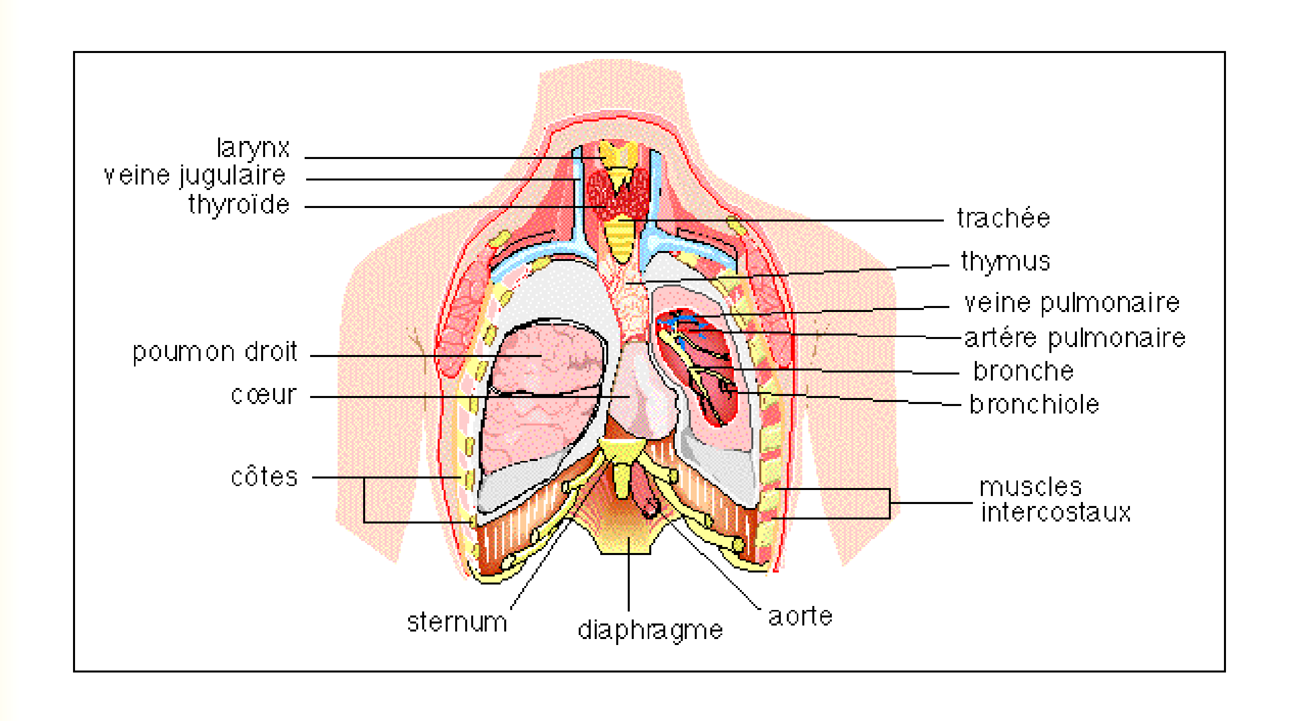


signes de Peirce





Représentations des connaissances : illustration







Représentations des connaissances : illustration





Représentations des connaissances : illustration





Ingénierie des connaissances

- Information : élément susceptible d'être codé pour être conservé, traité, communiqué
- Connaissance : information + mode d'emploi

Une idée forte [Charlet,02]

Connaissance = interprétation humaine

Il y a connaissance et représentation des connaissances quand les manipulations symboliques effectuées par la machine via des programmes, prennent un sens et une justification pour les utilisateurs intéragissant avec ces programmes

- Mise en place d'outils automatiques pour :
  - ⇨ Extraire, représenter, gérer des connaissances





Connaissances et images



"Avocat" ?



Comment la machine apprend-elle à différencier ces deux avocats ??



TELECOM PARIS
école nationale supérieure des télécommunications

Connaissances et images

Étendue d'eau

Lac

Comment la machine peut-elle savoir qu'un lac est une étendue d'eau ? que certaines étendues d'eau sont des lacs ?





Connaissances et images

- Sémantique d'une image difficile à extraire
  - ⇨ Un même mot désigne des contenus très différents
  - ⇨ Différents mots peuvent désigner le même contenu
- Difficultés donc pour
  - ⇨ formuler des besoins, des requêtes textuelles pour interroger une base d'images et une réponse
  - ⇨ annoter textuellement des images



Connaissances et images

- Besoin d'outils pour
  - ⇨ décrire l'information qu'on publie
  - ⇨ mieux interpréter l'information que l'on reçoit
- En particulier, besoin d'outils pour nous (les machines et les humains) aider à gérer l'hétérogénéité sémantique





Outils d'organisation des connaissances

- dictionnaire
- thesaurus
  - ⇨ liste de termes relatifs à un domaine de connaissances
  - ⇨ organisé suivant la signification des termes mais termes non explicites
- taxinomie (*taxonomy*)
  - ⇨ science qui a pour objet de décrire les organismes vivants ou ayant vécu et des les regrouper en entités appelées taxons (familles, espèces, gènes) afin de pouvoir les nommer et les classer.



TELECOM PARIS
école nationale supérieure des télécommunications

Exemple de classification : Corine Land Cover

Surfaces artificielles
- Usine urbaine
- Transports
  - Réseaux routiers
  - Ports
  - Aéroports
- …

Surfaces cultivées

Forêts et espaces semi naturels

Surfaces humides

eau

Loiret (extrait de carte)



Formalisation des connaissances

- Graphes conceptuels (Sowa, 1984)
  - ⇨ Langage de représentation basé sur la linguistique, la psychologie et la philosophie
  - ⇨ Réseaux sémantiques, traduction en formalisme logique
- Intelligence artificielle
  - ⇨ systèmes experts
  - ⇨ objets logiques reliés par des propriétés, axiomes et règles
- Web sémantique : ontologies et langages associés (RDF, OWL, IsoTopicMap, ...)





Plan du cours

- **Représentation des connaissances : généralités**
- **Ontologie : de l'Ontologie aux ontologies**
- **Ontologie(s) des images ?**





Ontologies et ontologie

- Ontologie (Petit Robert)
  - « partie de la métaphysique qui s'applique à l'être en tant qu'être indépendamment de ses déterminations particulières »
- ontologie informatique
  - « explicit formal specifications of the terms in the *domain* and relations among them » (Gruber 1993)
  - Relations sémantiques
  - Relations de composition et d'héritage





Définition (Hudelot 2006)

- Une ontologie est une spécification formelle et explicite d'une conceptualisation partagée d'un domaine de connaissance.
  - ⇨ conceptualisation : une certaine vue du monde par rapport à un domaine, souvent conçue comme un ensemble de concepts, leur définition, leurs interrelations. Choix quand à la manière de décrire un domaine.
  - ⇨ explicite : définition explicite des types de concepts utilisés et des contraintes sur leur usage.
  - ⇨ formelle : compréhensible par la machine.
  - ⇨ partagée : consensus, connaissances acceptées par un groupe.





Ontologie et BD relationnelle ?

- En commun
  - ⇨ définitions explicites de concepts, de relations
- Divergence
  - ⇨ Les bases de données (BD) permettent uniquement de sortir la liste des instances correspondant à une requête
  - ⇨ Les ontologies sont exploitées par des moteurs d'inférence (raisonnement)
    - O ontologie formée de 3 concepts {A, B, C} et deux relations { ArB, BrC }
    - requête possible : ArC ?





Les enjeux

- Importance croissantes pour les systèmes d'informations et documentaires
- Coût de réalisation des bases de connaissances
- Grande variété des langages de représentation
- Hétérogénéité des ontologies





Avantages des ontologies (Charlet 02)

- Réutilisation
  - ⇨ créer et conserver des bases de connaissance réutilisables
  - ⇨ assembler des bases de connaissances à partir de modules réutilisables
- Partage de la connaissance et communication
  - ⇨ assurer l'interopérabilité entre systèmes
  - ⇨ permettre l'échange de connaissances entre systèmes





2 rôles pour une ontologie (Charlet 02)

- Définir / fournir une sémantique formelle (descriptive) pour l'information permettant son exploitation par un ordinateur
- Définir / Fournir une sémantique interprétative d'un domaine du monde réel fondée sur un consensus et permettant de lier le contenu exploitable par la machine à sa signification pour les humains.





Différentes ontologies

- Ontologies de domaine : réutilisables par plusieurs applications sur ce domaine
- Ontologies applicatives : contiennent des connaissances du domaine nécessaires pour une application donnée ; spécifiques, non réutilisables
- Ontologies génériques ou top-ontologies : expriment des conceptualisations valables dans différents domaines (regroupement d'ontologies)
- Ontologies de représentation : conceptualisent les primitives des langages de représentation des connaissances



TELECOM PARIS
école nationale supérieure des télécommunications

Exemple d'ontologie
http://www.lacot.org/public/owl/presentation_introduction_a_owl.pdf

est frère ou soeur de

0..n

Humain

0..n

Nom
Prénom
DateDeNaissance

habite à

0..n

1..1

Ville

NomVille

0..n

se trouve en

1..1

est père de

Homme

1..1

est marié à

0..1

0..1

Femme

NomDeJeuneFille

Pays

NomPays





Exploitation d'une ontologie

- Base de connaissances
  - ontologie : concepts, propriétés, relations, modèles (causaux, structurels, ...)
  - base de faits
- Moteur d'inférences
- Module d'explication
- Module de vérification de la cohérence

Le patient #p23 a 39,5°C

ontologie

Base de connaissances

faits

moteur

une température >38°C ⇒ malade

Le patient #p23 est malade

d'inférences

Un patient ne peut avoir qu'une température

vérification

#p23 a 39,5 > 38 donc malade

explications





Formalisme : langages

- RDF Resource Description Framework (1999)
  - ⇨ description exhaustive des savoirs par des phrases simples (triplet sujet - prédicat – objet)

objet

```
<rdf:Description about="http://www.lacot.org/">
    <prefixe:auteur>Xavier Lacot</prefixe:auteur>
</rdf:Description>
```

prédicat

sujet

  - ⇨ RDF Schema permet de qualifier les relations décrites en RDF:
    - types de ressources manipulées, hiérarchies des ressources, quelles propriétés d'appliquent à une ressource ? domaine de valeur de ces propriétés ?





Formalisme : langages

- RDF et RDFs seuls sont trop limités :
  - ⇨ Impossibilité de préciser la nature des relations entre ressources (réflexivité, etc.), aucune capacité de raisonnement, logique très limitée
- OWL Ontology Web Language (2004, recommandation du W3C) « langage XML d'ontologies Web »
  - ⇨ Découle de RDF + RDFS
  - ⇨ Connecteurs logiques entre classes (union, intersection, etc.)
  - ⇨ Cardinalité sur les propriétés
  - ⇨ Caractérisation des propriétés (transitivité, inverse, etc.)





Exploitation : éditeurs d'ontologie

- http://protege.stanford.edu/plugins/owl/





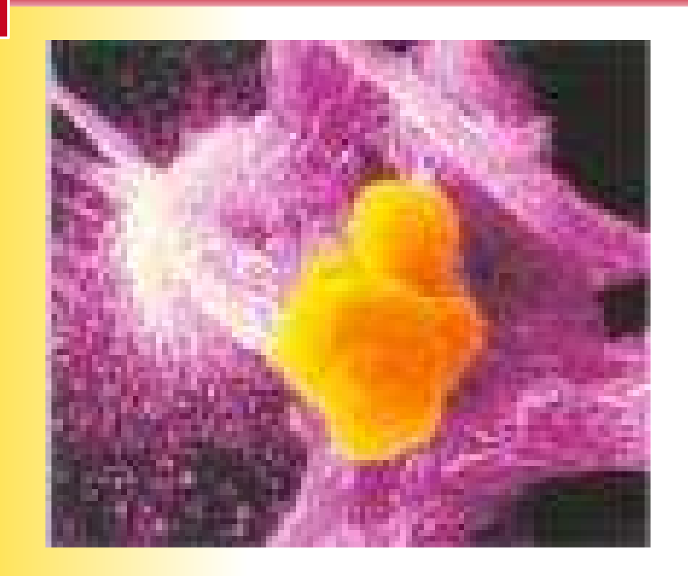
Plan du cours

- Représentation des connaissances : généralités
- Ontologie : de l'Ontologie aux ontologies
- Ontologie(s) des images ?





Sémantique et images ?











Sémantique et image



Figure 3.1: René Magritte, *The Treachery Of Images*. Image adapted from Wikipedia

Rapport D4.1 projet NOE KSpace





fossé sémantique

Une orange

Fossé sémantique

Caractérisation : un ensemble de descripteurs

Region 1: Area : 105
Compactness :0.9
Circularity : 0.85
HSV (0.05,0.2, 0.6) ...

Segmentation : un ensemble de primitives

Perception : un ensemble de pixels





Sémantique et images

Des données image (pixels) à la sémantique :différents niveaux d’abstraction de données [Marr,82]

Semantic level
PLATE_OF_FRUITS
Composition link
FRUIT
Specialization link
APPLE
PEAR
ORANGE
PEACH
STEM

Visual level
A circular shape, orange hue and regular granulated texture

Image level
Region 1:
Area : 105
compactness :0.9
Circularity : 0.85
HSV (0.05,0.2, 0.6) ...



TELECOM PARIS
école nationale supérieure des télécommunications

Application des ontologies à l'image

- Annotation supervisée et recherche d’images basées sur des ontologies du domaine
- Ontologies pour la réduction du fossé sémantique
- Ontologies pour le traitement d’images
- Ontologies pour l’interopérabilité et la communication dans un système de vision
- ...





Exemple 1 : annotation manuelle des images

- Annotation
  - ⇨ par mots clés
  - ⇨ classifications
  - ⇨ description textuelle libre (traitement du langage)
- L'ontologie structure et formalise l'annotation
  - ⇨ terminologie
  - ⇨ relations entre les termes





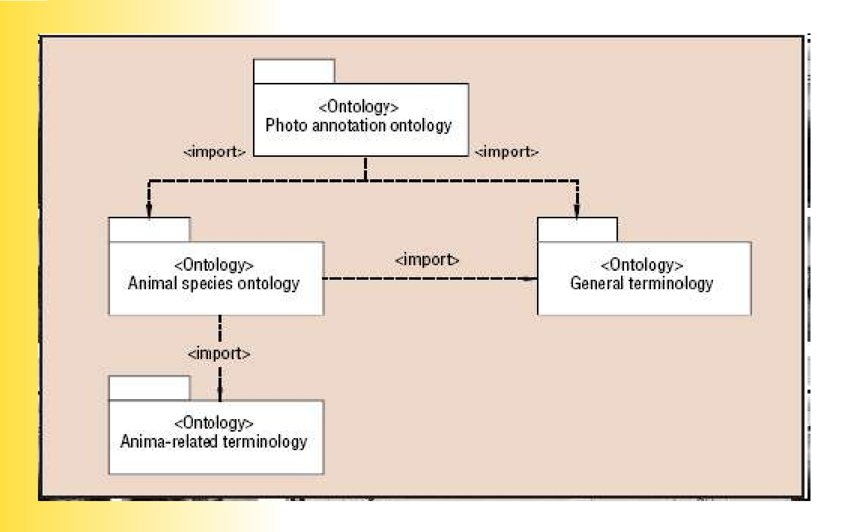
Exemple : annotation manuelle de photos [Schreiber,01]

Photo features
0..*
Terrain type
Time of day
Season
1
Photo feature
Photo annotation
Relative location
Relative time
Subject matter
Medium features
Vantage point
Photographer
*
*
1..*
1
0..*
Exact location
Exact time
Setting
Subject-matter description
Medium feature
1
1
Passive agent
Acive agent
Resolution
Format
1
1
0..*
0..*
1..*
0..*
Passive agent
Passive agent
Passive agent
Passive agent

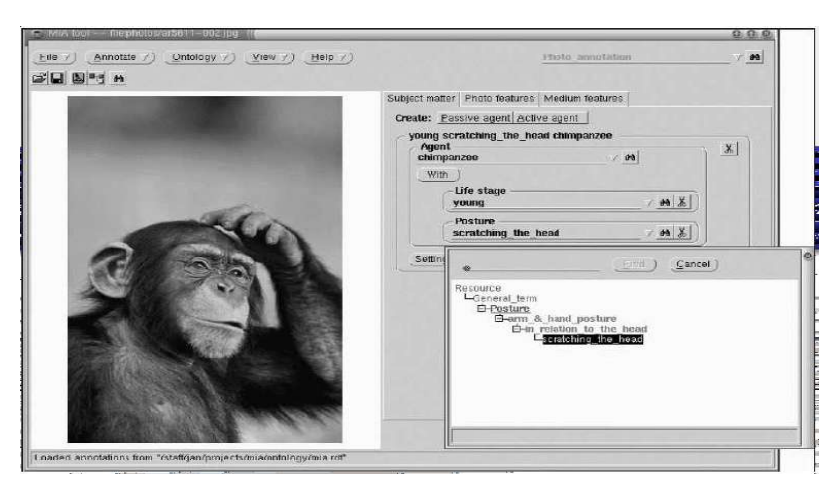




Exemple : annotation manuelle de photos [Schreiber,01]



annotation





recherche





Exemple : annotation manuelle d'images multimedia [KSpace D4.1, 2007]

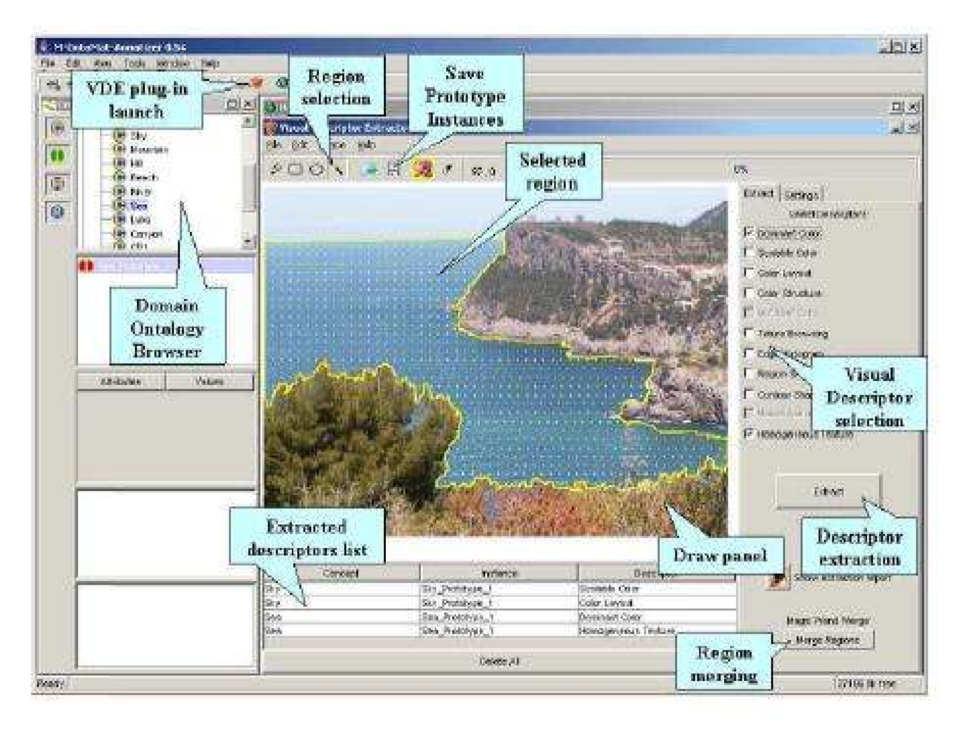


Figure 9.3: M-OntoMat-Annotizer v1.0 user interface





Exemple 2 : réduction du fossé sémantique

- Exploitation des caractéristiques bas-niveau de l'image (attributs de forme, couleur, texture, ...)
- Difficulté de relier la sémantique aux caractéristiques extraites automatiquement des images
- Idée de l'ontologie visuelle :
  - ⇨ ensemble de concepts qui permettent de décrire de manière qualitative l'apparence visuelle des concepts sémantiques





Exemple : recherche d’images par régions à l’aide d’une ontologie visuelle (Object Ontology) [Mezaris,04]

images

segmentation and feature extraction

image database

region database

keyword database

keywords representing semantic objects

Qualitative region description

Qualitative keyword description

low-level to intermediate-level descriptor mapping

object ontology

system supervisor/user





Exemple : recherche d'images par régions à l'aide d'une ontologie visuelle (Object Ontology) [Mezaris,04]

intermediate-level descriptors ← → relation identifiers

intensity: Luminance (L), green-red (a), blue-yellow (b)

position: horizontal axis, vertical axis

size

shape

relative position: horizontal axis rel., vertical axis rel.

{very low, low, medium, high, very high}

{green high, green medium, green low, none, red low, red medium, red high}

{blue high, blue medium, blue low, none, yellow low, yellow medium, yellow high}

{left, middle, right}

{high, middle, low}

{small, medium, large}

{slightly oblong, moderately oblong, very oblong}

{left of, right of}

{higher than, lower than}

intermediate-level descriptor values ← → relation identifier values

Low-level descriptor vector F = [F_1 F_2 F_3 F_4 F_5 F_6 F_7]

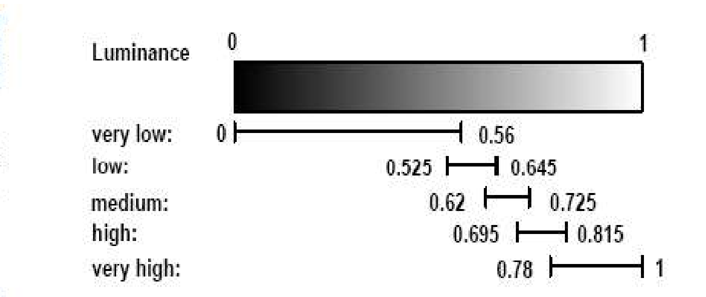




Exemple : recherche d'images par régions à l'aide d'une ontologie visuelle (Object Ontology) [Mezaris,04]

tiger
intensity
size
{small, medium}
Luminance (L)
{high, medium}
green-red (a)
{red low, red medium}
blue-yellow (b)
{yellow medium, yellow high}

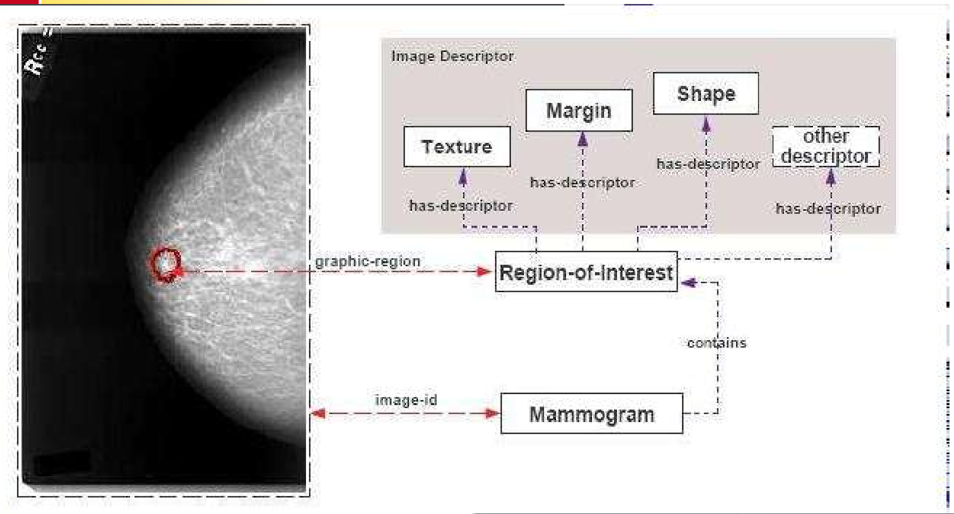
rose
intensity
shape
{slightly oblong, moderately oblong}
Luminance (L)
{very high, high, medium}
green-red (a)
{red high}
blue-yellow (b)
{yellow medium, yellow low}

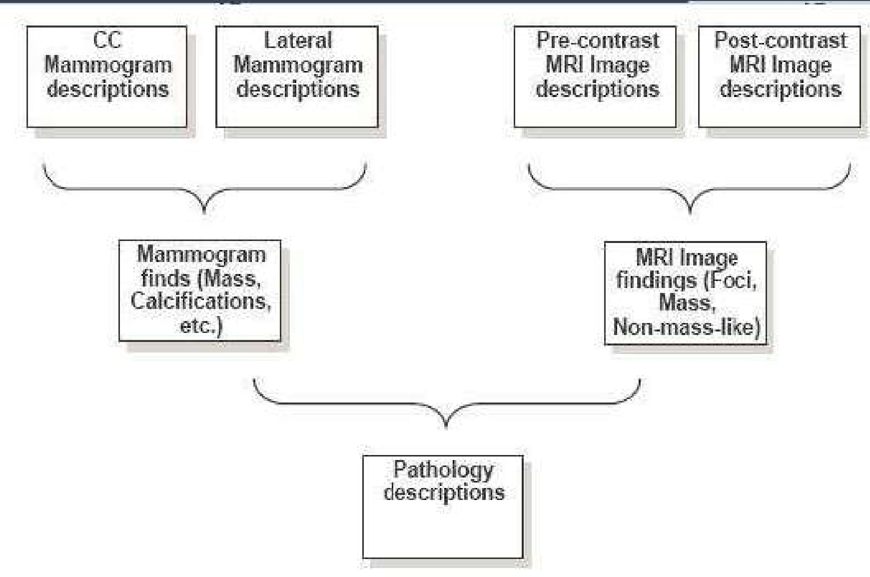






Exemple : annotation d'images biomédicales et raisonnement [Hu,01]





- aide au diagnostique par exploitation d'une ontologie du domaine du cancer du sein



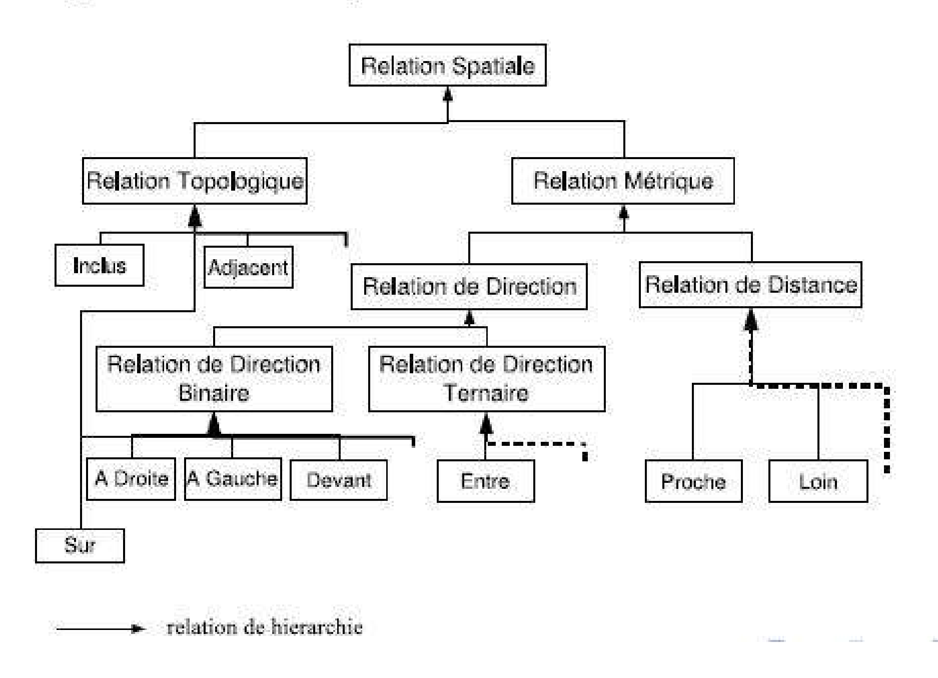
Exemple : modélisation des relations entre objets d'une image

- Ontologie de relations spatiales floues pour l'interprétation d'images [Hudelot,06]
- Enrichissement d'une ontologie de relations spatiales par leur représentation floue dans le domaine de l'image
  - ⇨ Espace de représentation et de raisonnement permettant de réduire le fossé sémantique
  - ⇨ Représentation de l'imprécision
- Application à la segmentation de structures cérébrales





Ontologie de relations spatiales floues pour l'interprétation d'images [Hudelot,06]







Exemple 3 : aide à la recherche d'images dans une base

- Exploitation de l'ontologie visuelle pour répondre à une requête formulée sous forme d'une image exemple
  - ⇨ Requête reformulée en termes qualitatifs à l’aide de l’ontologie intermédiaire
  - ⇨ Comparaison avec les descripteurs des régions extraites pour sélectionner les régions pertinentes
  - ⇨ Mécanisme de retour sur croyance pour mesurer la pertinence des régions sélectionnées.
- Navigation : Exploitation des relations de l'image sélectionnées avec d'autres dans la base
  - ⇨ suggestion d'images pour explorer la base



TELECOM PARIS
école nationale supérieure des télécommunications

Exemple : recherche d’images par régions à l’aide d’une ontologie visuelle (Object Ontology) [Mezaris,04]

keyword intermediate-level descriptor values, if not in database
query
keyword database
intermediate-level descriptor values & relation identifier values
region database
image database
initial query output (visual presentation)
low-level descriptor values
support vector machines
user feedback
final query output





Conclusion

- Ontologies pour
  - ⇨ réduire le fossé sémantique
  - ⇨ au pluriel pour caractériser les connaissances liées à l'utilisateur, au domaine d'application et au traitement des images de ce domaine.
  - ⇨ exploiter/extraire des connaissances
- Les inconvénients ?
  - ⇨ à définir suivant les problèmes rencontrés
  - ⇨ assurer la réutilisabilité





Références (liens)

- www.tsi.enst.fr/~campedel/Cours/Ontology
- Ce cours est inspiré de la présentation de Céline Hudelot, ENST 2006 « Ontologies, un outil pour l'analyse et l'interprétation d'images »
- http://www.iti.gr/~bmezaris/publications/
- http://www.interstices.info/
- Réflexion sur signe et symbole : http://m.antoniotti.free.fr/semiologie.htm
- HDR Jean Charlet : http://www-test.biomath.jussieu.fr/~jc/



